

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10062258 A**(43) Date of publication of application: **06.03.98**

(51) Int. Cl.

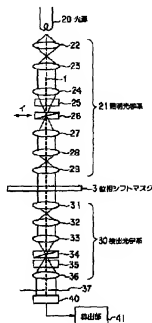
G01J 9/02**G01B 9/02****G01M 11/00**(21) Application number: **08218688**(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**(22) Date of filing: **20.08.96**(72) Inventor: **FUJIWARA TAKESHI
OHASHI KATSUKI
ONO AKIRA**(54) **PHASE SHIFT MASK INSPECTION APPARATUS**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately measure a phase amount of a phase shifter to improve reliability.

SOLUTION: Lamp light or excimer laser light emitted from a light source 20 with center wavelength of 300nm or less and having the same wavelength as that of an exposure device is split into two linear polarized light beams orthogonal to each other by an illumination optic system 21 including an illumination side Wollaston prism 26 to be shed to a phase shift mask 3. The two linear polarized light beams which have transmitted through the phase shift mask 3 are overlaid by a detection optic system 30, and based on interference light, a calculation part 41 obtains a phase amount of a phase shifter 2 of the phase shift mask 3.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 J 9/02			G 0 1 J 9/02	
G 0 1 B 9/02			G 0 1 B 9/02	
G 0 1 M 11/00			G 0 1 M 11/00	T

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-218688

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 藤原 剛

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 大橋 勝樹

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 小野 明

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

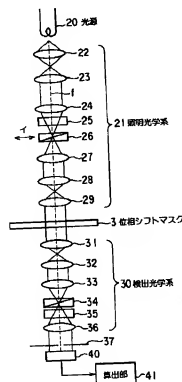
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 位相シフトマスク検査装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、位相シフトの位相量を高精度に測定して信頼性を向上する。

【解決手段】 光源20から放射された中心波長300nm以下で露光装置と同一の波長のランプ光又はエキシマレーザ光を、照明側ウォラストプリズム26を備えた照明光学系21により互いに直交する2つの直線偏光に分離して位相シフトマスク3に照射し、この位相シフトマスク3を透過した2つの直線偏光を検出光学系30により重ね合わせ、その干渉光に基づいて算出部41により位相シフトマスク3の位相シフト2の位相量を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 遠紫外光を放射する光源と、

この光源から放射された遠紫外光を互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、

前記位相シフトマスクを透過した2つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる検出光学系と、

この検出光学系により検出された干渉光の強度に基づいて前記位相シフトマスクにおける位相シフトの位相量を求める位相量算出手段と、

を具備したことを特徴とする位相シフトマスク検査装置。

【請求項2】 遠紫外光を拡散放射するランプと、

遠紫外光のレーザ光を出力するレーザ光源と、

前記レーザ光源からのレーザ光を等価な強度を持つ拡散放射の光源に変換する光源変換光学系と、

前記ランプから拡散放射された遠紫外光又は前記光源変換光学系により変換された拡散放射のレーザ光を互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、

前記位相シフトマスクを透過した2つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる検出光学系と、

この検出光学系により検出された干渉光の強度に基づいて前記位相シフトマスクにおける位相シフトの位相量を求める位相量算出手段と、

を具備したことを特徴とする位相シフトマスク検査装置。

【請求項3】 前記照明光学系は、ウォラストンプリズムを用いたことを特徴とする請求項1又は2記載の位相シフトマスク検査装置。

【請求項4】 中心波長が3000nm以下の遠紫外光又はレーザ光を位相シフトマスクに照射することを特徴とする請求項1又は2記載の位相シフトマスク検査装置。

【請求項5】 前記ランプとして水銀ランプを用い、前記レーザ光源としてエキシマレーザ装置を用いたことを特徴とする請求項2記載の位相シフトマスク検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体素子を製造するときのリソグラフィ工程において被投影原版として用いられる遠紫外光用フォトマスク（レチクル）の検査に係わり、特に位相シフトマスクの位相シフトの位相量を測定する位相シフトマスク検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子を製造するときのリソグラフィ工程では、例えば半導体露光装置において位相シフトマスクを用いた露光が行われている。この位相シフトマスクを用いた露光は、例えば図3に示すようにガラス基板1上に光の位相を180°反転させる位相シフト膜

（位相シフター）2を形成した位相シフトマスク3を用いて露光するもので、パターン境界部で光強度が零となり、レジストの解像度を大幅に向上でき、焦点深度も大きく向上する。

【0003】 このような位相シフトマスク3は、位相シフト2として半透明の膜（ハーフトーン型）を用いており、この位相シフト2での位相量が露光波長の2分の1であることが必要であり、このために位相シフト2の位相量測定が行われている。

10 【0004】 図4はかかる位相シフトの位相量測定装置の構成図である。水銀アークランプ4から放射される光の光路上には、i、h、g及びe線のフィルタ5、グレーティングアパーチャ6、コンデンサレンズ7が配置され、これらフィルタ5、グレーティングアパーチャ6、コンデンサレンズ7を通った光が位相シフトマスク3のガラス基板1及び位相シフト2に照射される。

【0005】 この位相シフトマスク3のガラス基板1及び位相シフト2を透過した各光は、対物レンズ8を通して第1の偏光プリズム9に入射し、この第1の偏光プリズム9により2つの光路に分岐される。

20 【0006】 これら2つの光路上には、可変シアリング楔10、可変位相シフト11がそれぞれ配置され、これら可変シアリング楔10、可変位相シフト11を透過した各光は、第2の偏光プリズム12により重ね合わされる。

【0007】 そして、第2の偏光プリズム12により重ね合わされた光は、ピンホールミラー13のピンホール13aを通して光増倍管14に入射すると共にピンホールミラー13で反射しレンズ15を通してイメージディテクタ16に入射する。

30 【0008】 従って、イメージディテクタ16に入射する光は、位相シフトマスク3のガラス基板1と位相シフト2とを透過した各光の干渉縞となることから、イメージディテクタ16の出力信号に基づいて位相シフト2の位相量を求める。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記装置では、第1の偏光プリズム9により2つの光路に分岐し、これら2つの光をそれぞれ可変シアリング楔10、可変位相シフト11に透過させているので、別々の光路を通過することから例えばこれら2つの光路における空気の流れの状態がそれぞれ異なることが生じ、例えば一方の光路の空気の流れが乱れると、その影響が位相シフト2の位相量測定結果に現れてしまい、測定結果の信頼性を低下させてしまう。

【0010】 又、上記位相シフトマスクを使用する半導体露光装置には、光源としてランプ光源とレーザ光源とを有するものがある。しかし、従来の位相シフトマスク検査装置では、光源の種類毎に検査可能なものと不可能なものがある。

【0011】そこで本発明は、位相シフトの位相量を高精度に測定できる信頼性を向上させた位相シフトマスク検査装置を提供することを目的とする。又、本発明は、ランプ光源とレーザ光源とを切り替えることで半導体露光装置の光源がランプ光源であってもレーザ光源であっても1台の装置で検査することができる位相シフトマスク検査装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、遠紫外光を放射する光源と、この光源から放射された遠紫外光を互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、位相シフトマスクを透過した2つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる検出光学系と、この検出光学系により検出された干渉光の強度に基づいて位相シフトマスクにおける位相シフトの位相量を求める位相量算出手段と、を備えた位相シフトマスク検査装置である。

【0013】このような位相シフトマスク検査装置であれば、光源から放射された遠紫外光は、照明光学系により互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離されて位相シフトマスクに照射される。

【0014】この位相シフトマスクを透過した2つの直線偏光は、検出光学系により重ね合わされ、その干渉光に基づいて位相量算出手段により位相シフトマスクの位相シフトの位相量が求められる。

【0015】請求項2によれば、遠紫外光を拡散放射するランプと、遠紫外のレーザ光を出力するレーザ光源と、レーザ光源からのレーザ光を等価な強度を持つ拡散放射の光源に変換する光源変換光学系と、ランプから拡散放射された遠紫外光又は光源変換光学系により変換された拡散放射のレーザ光を互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、位相シフトマスクを透過した2つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる検出光学系と、この検出光学系により検出された干渉光の強度に基づいて位相シフトマスクにおける位相シフトの位相量を求める位相量算出手段と、を備えた位相シフトマスク検査装置である。

【0016】このような位相シフトマスク検査装置であれば、ランプから拡散放射される遠紫外光、又はレーザ光源から出力される遠紫外のレーザ光が切り替えられて照明光学系に送られ、この照明光学系により互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離されて位相シフトマスクに照射される。

【0017】この場合、レーザ光源から出力される遠紫外のレーザ光は、光源変換光学系により等価な強度を持つ拡散放射の光源に変換されて照明光学系に送られる。そして、この位相シフトマスクを透過した2つの直線偏光は、検出光学系により重ね合わされ、その干渉光に基づいて位相量算出手段により位相シフトマスクの位相シ

フトの位相量が求められる。

【0018】請求項3によれば、請求項1又は2記載の位相シフトマスク検査装置において、照明光学系は、ウォラストンプリズムを用いた。請求項4によれば、請求項1又は2記載の位相シフトマスク検査装置において、中心波長が300nm以下の遠紫外光又はレーザ光を位相シフトマスクに照射する。請求項5によれば、請求項2記載の位相シフトマスク検査装置において、ランプとして水銀ランプを用い、レーザ光源としてエキシマレーザ装置を用いた。

【0019】

【発明の実施の形態】

(1) 以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は位相シフトマスク検査装置の構成図である。遠紫外光を放射する光源20は、例えばHg-Xeランプに代表される水銀ランプ、KFDエキシマレーザ装置である。これら光源20は、遠紫外光として中心波長248nmの光をそれぞれ出力するものである。

【0020】この光源20から出力されるランプ光又はエキシマレーザ光の光路上には、照明光学系21が配置されている。この照明光学系21は、この光源20から放射された遠紫外光であるランプ光又はエキシマレーザ光を互いに直交する2つの直線偏光に分離して位相シフトマスク3に照射するものである。

【0021】具体的に照明光学系21は、光源20から出力されるランプ光又はエキシマレーザ光の光路上に、各光学レンズ22～24、偏光子25と、偏光分離プリズムとしての照明側ウォラストンプリズム26、各光学レンズ27、28及びコンデンサレンズ29を配置した構成となっている。

【0022】このうち照明側ウォラストンプリズム26は、ランプ光又はエキシマレーザ光を互いに直交する2つの直線偏光に分離するもので、これら2つの直線偏光を同一光路上でわずかに横ずれた2つの照明として出射する機能を有している。

【0023】一方、位相シフトマスク3の透過光の光路上には、検出光学系30が配置されている。この検出光学系30は、位相シフトマスク3を透過した2つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる機能を有するもので、位相シフトマスク3の透過光の光路上に、対物レンズ31、各光学レンズ32、33、偏光分離プリズムとしての検出側ウォラストンプリズム34、検光子35及び光学レンズ36を配置した構成となっている。

【0024】そして、この光学レンズ36を透過する光の光路上には、ピンホール37を介して位相量算出手段を構成するフォトマル40及び算出部41が設けられている。

【0025】このうちフォトマル40は、入射する干渉光強度に対応した電圧信号を出力するものであり、光学

光は、対物レンズ31、各光学レンズ32、33を通して検出側ウォラストンプリズム34に入射し、ここで重ね合わされる。

【0048】この検出側ウォラストンプリズム34により重ね合わされた2つの光は、検光子35を通すことにより干渉を起こし、この干渉光が光学レンズ36、ピンホール37を通してフォトマル40に入射する。

【0049】このフォトマル40に入射する干渉光は、2つの直交する直線偏光のうち一方が位相シフトマスク3のガラス基板1を透過し、他方が位相シフト2を透過しているため、位相シフト2の位相量に応じた干渉強度となっている。

【0050】ここで、位相シフトマスク3の位相シフト2の位相量を測定する場合、照明側ウォラストンプリズム26を光軸fに対して垂直方向(イ)に移動させ、互いに直交する直線偏光の2光の位相量を例えば0°、90°、180°、270°にそれぞれ変化する。

【0051】フォトマル40は、これら位相量 0° 、 90° 、 180° 、 270° のときの各干渉光の強度 I_1 、 I_2 に、応じた各電圧信号を出力する。算出部41は、フォトマル40から出力される各干渉光強度 I_1 、 I_2 に、応じた各電圧信号を入力し、これら電圧信号から上記式(1)を演算して位相シフトマスク3における位相シフトの位相量 θ を求める。

【0052】一方、KrFエキシマレーザ装置51から出力されたエキシマレーザは、拡散板52により等価的に拡散放射の光源に変換され、各光学レンズ53からフーミラー55を通過して照明光学系21の光軸fに入射し、さらに偏光レンズ25、照明側ウォラストプリズム26、各光学レンズ27、28及びコンデンサレンズ29を通過して位相シフトマスク3に照射される。

【0053】この位相シフトマスク3を透過した2つの光は、対物レンズ31、各光学レンズ32、33を通して検出側ウォラストンプリズム34に入射し、ここで重ね合わされる。

【0054】この重ね合わされた2つの光は、検光子35を通すことにより干渉を起こし、この干渉光が光学レンズ36、ピンホール37を通してフォトマル40に入射する。

【0055】このフォトマル40に入射する干渉光は、2つの直交する直線偏光のうち一方が位相シフトマスク3のガラス基板1を透過し、他方が位相シフト2を透過しているため、位相シフト2の位相量に応じた干渉強度となっている。

【0056】ここで、位相シフトマスク3の位相シフト2の位相量を測定する場合、照明側ウォラストンプリズム26を光軸fに対して垂直方向(イ)に移動させ、互いに直交する直線偏光の2光の位相量を例えば 0° 、 90° 、 180° 、 270° にそれぞれ変化する。

【0057】フォトマル40は、これら位相量 0° 、 9°

0°、180°、270°のときの各干渉光の強度 $I_1 \sim I_4$ に応じた各電圧信号を出力する。算出部 41 は、フォトマル 40 から出力される各干渉光強度 $I_1 \sim I_4$ に応じた各電圧信号を入力し、これら電圧信号から上記式(1)を演算して位相シフトマスク 3 における位相シフトの位相量 θ を求める。

【0058】このように上記第2の実施の形態においては、Hg-Xe ランプ 50 又は Kr F エキシマレーザ装置 51 を切り替える構成としたので、上記第1の実施の形態と同一の効果を奏することは言うまでもなく、Kr F エキシマレーザ装置 51 をランプ光と等価な拡散光源として用いることができ、これにより Hg-Xe ランプ 50 と Kr F エキシマレーザ装置 51 とを2種の露光装置に応じて切り替えて使用することができ、これら露光装置と同一の光源を用いて位相シフトマスク 3 における位相シフトの位相量 θ を求めることができる。

【0059】なお、上記第2の実施の形態は、次の通り変形してもよい。例えば、光源としては、Ar F レーザ(波長 193 nm)を用いてもよい。要は 256 Mbit DRAM 等の高集積度の半導体に対する露光装置に用いられる遠紫外光を発する光源であればよい。

【0060】

【発明の効果】以上詳記したように本発明の請求項 1 ～ 5 によれば、位相シフトの位相量を高精度に測定できる

信頼性を向上させた位相シフトマスク検査装置を提供できる。又、本発明の請求項 2 ～ 5 によれば、各種の露光装置と同一光源を用いて位相シフトマスクにおける位相シフトの位相量を求めることができる位相シフトマスク検査装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる位相シフトマスク検査装置の第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】本発明に係わる位相シフトマスク検査装置の第2の実施の形態を示す構成図。

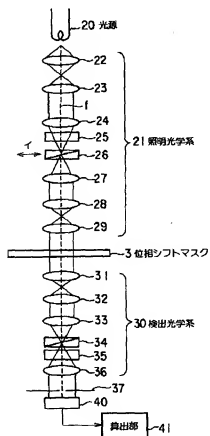
【図3】位相シフトマスクの構成図。

【図4】従来の位相シフトの膜厚測定装置の構成図。

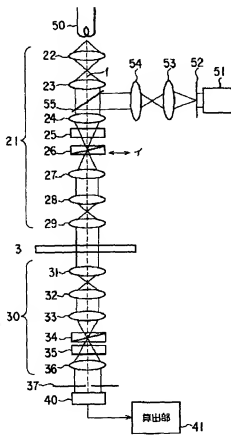
【符号の説明】

- 3…位相シフトマスク、
- 20…光源、
- 21…照明光学系、
- 26、34…ウォラストンプリズム、
- 30…検出光学系、
- 40…フォトマル、
- 41…算出部、
- 50…Hg-Xe ランプ、
- 51…Kr F エキシマレーザ装置、
- 55…ハーフミラー。

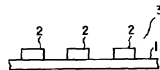
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

